

БАХМЕТ ОЛЬГА НИКОЛАЕВНА

ОРГАНОПРОФИЛИ ЛЕСНЫХ ПОЧВ КАРЕЛИИ

Специальность 03.00.27 - почвоведение

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

ПЕТРОЗАВОДСК

1999

Работа выполнена на кафедре географии почв факультета почвоведения
Московского государственного университета

Научный руководитель:
доктор биологических наук, профессор С.А.ШОБА

Официальные оппоненты:
Доктор биологических наук, профессор Л.О.КАРПАЧЕВСКИЙ
Кандидат биологических наук Е.Б.СКВОРЦОВА

Ведущее научно-исследовательское учреждение:
Петрозаводский государственный университет

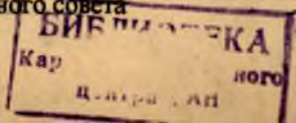
Защита состоится «_____» апреля 1999 г. в _____ часов на заседании
диссертационного совета К 053.05.16. Московского государственного
университета им. М.В.Ломоносова по адресу: 119899, Москва,
Воробьевы горы, МГУ, факультет почвоведения, Ученый совет.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке факультета
почвоведения Московского государственного университета

Автореферат разослан «_____» марта 1999 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

д.б.н. Г.В. Мотузова



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Органическое вещество почв является важнейшим компонентом биогеоценозов. Концентрируя накопленную в процессе фотосинтеза и почвообразования энергию, оно наиболее полно отражает те почвенно-экологические условия, которые соответствуют современному этапу почвообразования (почва-момент по Соколову и Таргульяну, 1976). Строение органофиля и качественные характеристики органического вещества имеют огромное значение при диагностике главнейших типов почв, к сожалению, зачастую диагностически важные особенности органофиля, такие например, как строение и качество подстилки, мало используются в почвенной классификации.

В настоящее время в литературе недостаточно изученным остается многообразие форм органического вещества на всех этапах его образования и трансформации в определенных условиях среды. Возможность проследить все этапы преобразования растительного опада вплоть до образования конечных продуктов - гумусовых кислот дают морфологические, а особенно микроморфологические исследования. Выяснить же химизм процессов минерализации и гумификации органического вещества, а также изучить и оценить свойства гумусовых веществ в разных типах почв позволяют биохимические исследования. В связи с этим особенный интерес представляют комплексные исследования органического вещества почв с использованием как морфологического (микроморфологического) описания органофиля, так и данных биохимического анализа.

Цель исследований. Установить разнообразие морфологического строения органофилей подзолистых почв Карелии, выявить экологические особенности их формирования.

Задачи исследований:

1. Выявить в ареале подзолистых почв разнообразие органофилей.
2. Провести детальные морфологические описания органофилей подзолистых почв Карелии.
3. Дать оценку гумусного состояния почв.
4. Изучить микроморфологическое строение органофилей почв, дать его генетическую интерпретацию.
5. Изучить экологические особенности формирования органофилей исследуемых почв.

Научная новизна. Установлено разнообразие морфологического строения органогенных и органо-минеральных горизонтов подзолистых почв Карелии, выделены типы органопрофилей и выяснена их экологическая приуроченность. Детально описано микроморфологическое строение органопрофилей почв. Выявлена корреляция между строением и качественным составом органического вещества.

Практическая значимость. Выделенные типы органопрофилей позволяют уточнить диагностику и критерии выделения форм гумуса и классификацию лесных почв, выявить связь процессов трансформации органического вещества с разнообразием экологических условий.

Апробация. Основные положения работы докладывались на международной научно-практической конференции «Состояние и мониторинг лесов на рубеже XXI века», Докучаевских молодежных чтениях '98 «Почвы и почвенный покров современных наземных экосистем», международной конференции «Экология таежных лесов», международной школе молодых ученых «Биоиндикация-98», заседании кафедры географии почв факультета почвоведения МГУ.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 6 работ, 3 сданы в печать.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, выводов и списка литературы. Содержит с., иллюстрации и таблицы. Список литературы включает 191 наименование, из них 56 зарубежных авторов.

Работа выполнена в Институте леса Карельского Научного Центра РАН и на кафедре географии почв факультета почвоведения Московского государственного университета в 1994-1998 годах.

В работе использованы данные к.б.н. Л.М.Ласковой по составу почвенной фауны, к.б.н. Л.М.Загуральской по составу микробоценов, к.б.н. Р.М.Морозовой по составу подстилок. Автор выражает глубокую признательность всем перечисленным коллегам, научному руководителю д.б.н., профессору С.А.Шобе, а также д.с.-х.н. Н.Г.Федорцу за всемерную помощь в работе.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

Установлено разнообразие морфологического строения органопрофилей подзолистых и болотно-подзолистых почв Карелии.

Все исследованные органопродилы относятся к грубогумусному типу. На более низком иерархическом уровне они подразделяются в зависимости от типа организации микроформ органического вещества.

В формировании исследованных органопродилей биоклиматический фактор является ведущим, в пределах сходной биоклиматической обстановки основными факторами являются положение в мезорельефе, уровень грунтовых вод, тип леса.

Минерализация растительного опада замедлена вследствие низкой биологической активности и преобладания в составе разрушителей органических остатков грибной микрофлоры.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В первой части обзора литературы приводятся данные по гумусовому состоянию подзолистых почв на легких почвообразующих породах, полученные ранее. В этих почвах отмечено распределение органического вещества по элювиально-иллювиальному типу (Пономарева, 1951, 1964; Марченко, 1962; Руднева и др., 1966; Морозова, 1959, 1978, 1991; Фокин, 1975; Гришина, 1986). Для них характерно преимущественное накопление органического вещества на поверхности почвы в виде лесной подстилки. По мере увеличения увлажнения почв и усиления иллювиально-гумусового процесса содержание органического вещества в почвах возрастает как за счет массы лесной подстилки, так и за счет накопления его в иллювиальном горизонте.

Подзолистые почвы Карелии обладают небольшим запасом органического вещества (Морозова, 1991). В настоящее время недостаточно изученным остается многообразие форм органического вещества на всех этапах его образования и трансформации под воздействием факторов почвообразования в определенных условиях среды.

Во второй части данной главы приводятся существующие к настоящему времени подходы к типизации форм гумуса. Морфолого-экологическое изучение органического вещества почв (Парфенова, Ярилова, 1977; Гришина, 1986; Шоба, 1988; Kubiena, 1953, 1955; Barratt, 1964; Bal, 1973; Babel, 1975) позволяет выявить этапы и пути трансформации органических остатков, поступающих в почву. В данных исследованиях используется различная терминология. Л.А.Гришиной (1981,

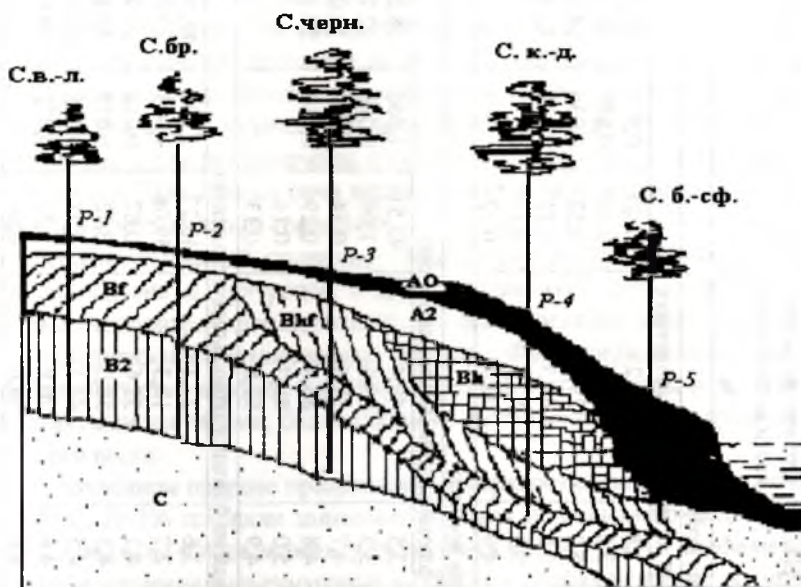
1986) был предложен термин “органопрофиль почвы”. Его выделение имеет те же основания, как и выделение солевого, минералогического и других профилей почвы. В настоящее время не существует универсальной классификации морфологического (микроморфологического) строения органического вещества почв. Для того, чтобы к ней подойти, необходимы полные морфологические описания различных органопрофилей, которые позволят оценить соразмерность и взаимосвязь всех компонентов органического вещества в почве. Попытка такого изучения органопрофиля почв делается в данной работе.

Глава 2. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГИОНА ИССЛЕДОВАНИЙ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ.

Природные условия Карелии многократно описывались в литературе (Бискэ, 1959; Марченко, 1964; Агроклиматические ресурсы Карелии, 1974; Морозова, 1959, 1991). Они характеризуются умеренно холодным влажным климатом, крайне пересеченным и сложным рельефом, преобладанием почвообразующих пород легкого гранулометрического состава. На территории Карелии выделяются две ландшафтные провинции: северотаежная и среднетаежная (Север..., 1966).

Изучение органического вещества проводилось в подзолистых и болотно-подзолистых почвах, занимающих 53% территории Карелии (Морозова, 1991). В качестве объектов исследования были выбраны в северотаежной подзоне почвы заповедника «Костомукшский», в среднетаежной - Кончезерского лесобиологического стационара Института леса КарНЦ РАН (рис. 1). Различаясь по климатическим условиям, объекты исследования близки по структуре растительности - все они расположены в сосновых биогеоценозах, которые являются наиболее распространенными на территории Карелии (61% покрытой лесом площади).

Заповедник «Костомукшский» находится в северо-западной части Карелии. На большей части территории заповедника развит денудационно-тектонический рельеф с широким распространением отдельных возвышенных массивов, в различной степени перекрытых маломощным покровом ледниковых или элювиально-колловиальных отложений (Лукашов, Ильин, 1974). Наши исследования проводились на территории водосбора оз.Щучье, где организован полигон интегрированного мониторинга «Камалахти». Почвенные исследования водосбора показали, что на вершинах и склонах гряд распространены подзолы иллювиально-



- P-1 – Поверхностно-подзолистая иллювиально-железистая
 P-2 – Маломощный подзол иллювиально-железистый
 P-3 – Подзол иллювиально-гумусово-железистый
 P-4 – Торфянистый подзол иллювиально-гумусовый
 P-5 – Торфяная переходная

Рис. 1 Схематический профиль пробной площадки на стационаре «Кончезеро»

железистые на сильно завалуненной песчаной морене (71% площади), 10,6% территории составляют торфянистые подзолы иллювиально-гумусовые, остальную часть водосбора занимают болотные почвы.

Все исследованные почвы имеют довольно мощную грубогумусную лесную подстилку, что связано с замедленным разложением органических остатков (низкие температуры и, соответственно, низкая биологическая активность). Все подзолистые почвы водосбора по гранулометрическому составу относятся к песчаным (Табл. 1). Преобладают крупнопесчаные частицы, количество физической глины низкое. Распределение ила по профилю в подзолах иллювиально-железистых не носит элювиально-иллювиального характера, в некоторых горизонтах прослеживается лишь тенденция этого процесса. В подзолах иллювиально-

Таблица 1

Горизонт	Глубина, см	Плотность, г/см ³	Содержание фракций (% к мелкозему)		pH _{KCl}	Степень насыщенности основаниями %	C, %	N, %	C:N
			<0.01	<0.001					
Северотаежная подзона									
Подзол иллювиально-железистый на моренных отложениях									
AO	0-6				2,8	74,2	32,25	0,970	33,2
A2	6-18	1,38	5,7	1,8	3,5	18,5	0,98	0,039	25,1
Bf1	18-29	1,36	3,5	2,0	5,2	29,7	0,52	0,036	14,4
Bf2	29-47	1,45	4,0	1,6	5,5	48,3	0,21	0,017	12,4
BC	47-85	1,54	5,8	1,1	5,3	52,8	0,17	-	-
C	85-95	1,65	8,7	2,6	4,9	78,4	0,12	-	-
Среднетаежная подзона									
Подзол иллювиально-железистый на флювиогляциальных отложениях									
AO	0-4				3,5	43,4	40,51	1,060	38,2
A2	4-9	1,10	6,2	2,0	3,3	63,6	1,09	0,048	22,7
Bf1	9-28	1,20	4,7	2,4	4,7	57,5	0,74	0,039	19,0
Bf2	28-59	1,25	3,3	1,3	4,8	85,4	0,29	0,014	20,7
BC	59-105	1,36	2,6	1,2	5,0	89,7	0,14	-	-
C	105-115	1,32	2,1	1,0	4,9	92,8	0,13	-	-
Торфянистый подзол иллювиально-гумусовый на флювиогляциальных отложениях									
AOT	0-12				3,6	27,1	45,27	1,125	40,24
T1	12-24				2,7	13,3	39,08	1,003	39,0
A2	24-40	1,07	5,3	2,9	4,1	52,6	0,67	0,032	20,9
A2B	40-45	1,29	5,0	2,4	4,4	58,0	0,52	0,019	27,4
Bh	45-57	1,36	4,7	3,2	4,5	44,1	3,78	0,151	25,0
Bfh	57-64	1,41	2,5	1,5	4,6	70,8	1,37	0,072	19,0
BCg	64-85	1,46	2,0	1,9	4,6	69,6	0,14	-	-

гумусовых эта тенденция имеет более четкий характер. В целом можно сказать о слабой выветрелости минералов, слагающих почвенной толщи.

Почвообразование протекает на фоне кислой реакции среды, особенно в верхней органогенной части профиля. Степень насыщенности основаниями связана с количеством органического вещества, при этом самые малые значения отмечены в подзолистом горизонте и в материнской породе. Для данных почв характерен второй максимум накопления гумуса в иллювиальном горизонте.

Лесобиологический стационар «Кончезеро» расположен в среднетаежной подзоне и приурочен к денудационно-тектоническому району. Почвы стационара сформировались на флювиогляциальных отложениях, заполняющих тектоническую впадину. Флювиогляциальные пески характеризуются хорошей сортированностью, они обеднены илистыми и пылеватыми частицами, большую часть составляют частицы среднего и мелкого песка.

В почвенном покрове преобладают поверхностно-подзолистые почвы (50,8%), 20,3% площади занимают подзолы иллювиально-железистые, 7,8% - подзолы иллювиально-гумусово-железистые, 5,4% - торфянистые подзолы иллювиально-гумусовые и 15,7% - торфяно-глеевые и торфяные. Исследования проводили на пробных площадях, расположенных на склоне от вершина оза к озеру. Пробные площади имеют разный уровень залегания грунтовых вод (от 0,3 до 2,8м), что обусловило формирование ряда типов леса, различающихся по производительности и интенсивности биогеоценотических процессов.

Все исследованные почвы по гранулометрическому составу - песчаные, пески хорошо сортированы, В подзолистых и болотно-подзолистых почвах валовое распределение кремнезема и полуторных окислов по профилю носит элювиально-иллювиальный характер. Все исследованные почвы содержат небольшое количество железа. По мере увеличения увлажнения усиливается элювиально-иллювиальная дифференциация соединений железа.

Нижние слои подстилки и элювиальный горизонт имеют сильнокислую реакцию, иллювиальный горизонт - среднекислую. Болотно-подзолистые почвы более кислые по сравнению с подзолистыми.

В подзолистых почвах по мере увлажнения содержание органического вещества возрастает в лесной подстилке и в иллювиальном горизонте и убывает в подзолистом. В болотно-подзолистых почвах эта дифференциация еще более усиливается

На опорных разрезах сделаны подробные макро- и мезоморфологические описания. Определены основные аналитические показатели, выполнены микроморфологические описания. Проведена статистическая обработка данных с помощью стандартных программ - Microsoft Excel, Statgraphics.

Глава 3. ПОСТУПЛЕНИЕ, ЗАПАСЫ И ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ИССЛЕДОВАННЫХ ПОЧВ

Основным источником органического вещества почвы являются растительные остатки древесных и травянистых растений, масса их во много раз превышает массу микроорганизмов и почвенной фауны, к тому же, последние являются, в основном, вторичными формами и не вносят в почву новых запасов органических веществ.

В исследованных насаждениях опад составляет 40-50 ц/га в средне-таежной подзоне и 25-30 ц/га в северотаежной. Основную массу опада дает древостой (83-86%) (Казимиров и др., 1977). Его в основном составляют части растений, продолжительность жизни которых относительно невелика. Так 60-68% от веса всего опада древостоя приходится на опавшую хвою. Значительную массу органического вещества (3,6-16,9 ц на 1 га) дают отмирающие растения напочвенного покрова. Опад растений напочвенного покрова составляет 93-98% от массы текущего прироста, т.е. почти весь прирост ежегодно превращается в опад.

В северотаежной подзоне опад растительной массы почти в 2 раза меньше, чем в средней тайге. Почвенно-климатические условия оказывают влияние не только на размер опада, но и на его структуру и интенсивность. В северной тайге более половины массы опада составляют растения напочвенного покрова, в средней тайге - древостой. Кроме того, в северотаежной подзоне опад составляет 65% годичного прироста, в среднетаежной - 58%.

Об интенсивности минерализации растительного опада позволяют судить данные компонентного состава подстилок. В исследованных насаждениях основную часть лесных подстилок составляют измельченные растительные остатки (рис.2). Степень измельченности поступившего опада возрастает в нижних слоях органогенного горизонта. Так, в слое L лесных подстилок автоморфных почв содержание измельченного растительного материала составляет 43-78%, а в подгоризонте H A0''' увеличивается до 98%. В насаждениях, развитых в полугидроморфных и гидроморфных условиях, 23-41% от веса подстилки приходится на долго-

мошные и сфагновые мхи. В подстилках автоморфных почв зеленые мхи присутствуют в небольшом количестве.

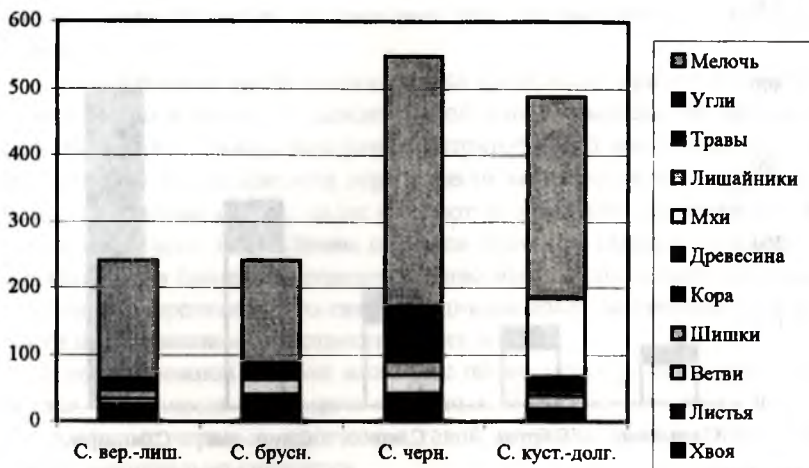


Рис. 2. Компонентный состав лесных подстилок среднетаежной подзоны, ц/га

Исследование компонентного состава лесных подстилок показало, что медленнее всего растительный опад разлагается в сосняке багульниково-сфагновом. В сосняках брусничном и черничном свежем интенсивность минерализации опада близкая. Быстро разлагаются зеленые органы растений: травы, зеленые мхи, листья березы и черники. Очень медленно минерализуются кора и шишки сосны, богатые смолами, дубильными веществами и фитонцидами.

От количества поступающего опада и условий его трансформации зависит запас органического вещества в лесных подстилках и в почве в целом. Он составляет 24-65 т/га в лесных подстилках сосняков среднетаежной подзоны (рис.3) и 42-78 т/га - в северотаежной, что свидетельствует о замедленной минерализации растительного опада в этой подзоне (рис.4). Запас подстилки возрастает по мере увеличения увлажнения почв. Однако, в условиях избыточного увлажнения (в болотно-подзолистых почвах) запас органического вещества в подстилке снижается.

Запас органического вещества в почвах зависит от типа леса и тесно связан с влажностью почв. В экологическом ряду среднетаежной подзоны он составляет от 70 т/га (в поверхностно-подзолистых почвах и

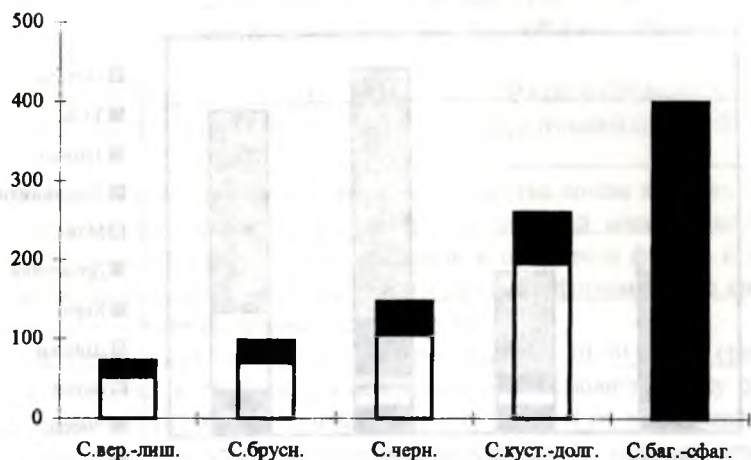


Рис. 3 Запасы органического вещества в почвах среднетаежной подзоны, т/га

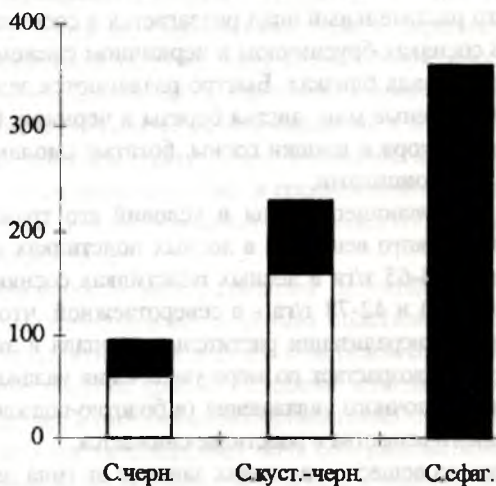


Рис. 4. Запасы органического вещества в почвах северотаежной подзоны, т/га

маломощных подзолах иллювиально-железистых) до 400 т/га (в торфяных почвах). В северотаежной подзоне запас органического вещества в почвах меньше на 10-25%, чем в средней тайге. В целом подзолистые и болотно-подзолистые почвы сосновых лесов бедны органическим веществом.

Трансформация растительного опада происходит при активном участии почвенной фауны. В таежно-лесной зоне в комплексе беспозвоночных преобладают микрофитофаги и детритофаги. В почвах среднетаежной подзоны по численности первое место занимают нематоды, на втором - панцирные клещи, далее следуют коллемболы, энхитреиды, личинки насекомых и др. Почвы сосняков являются самыми бедными по численности и биомассе почвенных животных по сравнению с почвами ельников и березняков, что связано, по-видимому, со снижением влажности и повышением кислотности в этих почвах.

В северотаежной подзоне население почвы менее разнообразно, снижается численность и биомасса животных. В этих почвах почти исчезают дождевые черви, а количество такой многочисленной группы, как клещи, значительно снижается.

В пределах сходной биоклиматической обстановки почвам, различающимся по увлажнению, присущ свой комплекс почвенных животных. Так, с увеличением увлажнения возрастает количество дождевых червей, энхитреид, многоножек, появляются моллюски. Вниз по катене возрастает и биомасса почвенной фауны, в основном за счет дождевых червей. В почвах сосняков абсолютное большинство животных (89,9%) находится в подстилке.

Почвы сосновых лесов бедны микроорганизмами, в них преобладают бактериально-грибные ценозы. Основными деструкторами лесных подстилок в хвойных лесах являются микроскопические грибы, которые разлагают до 50-60% органического материала подстилки. Существует тесная взаимосвязь между типом леса и биологическим потенциалом почвы. Биомасса микроорганизмов (при пересчете на запас подстилки) максимальная в спелом сосняке черничном в связи с большим запасом органического вещества в подстилках.

В северотаежной подзоне в связи с климатическими особенностями, а также физическими и химическими свойствами почвы формируются чрезвычайно малочисленные микробоценозы с крайне ограниченными деятельностью и функциями. В связи с высокой кислотностью почв сосновых биогеоценозов Карелии и широким отношением C:N, замедляю-

щих минерализацию поступающего опада, происходит лишь поверхностная его деструкция. В результате формируются грубогумусные лесные подстилки и слаборазложившиеся торфа с низким уровнем минерализации и преобладанием синтеза органических веществ над их распадом.

Скорость трансформации поступающих на поверхность почвы органических остатков в исследуемых почвах в целом невелика. В северотаежной подзоне коэффициент разложения опада составляет 20-22, что свидетельствует о слабой интенсивности биологического круговорота органического вещества. В среднетаежной подзоне данный показатель несколько меньше - 15-18, но скорость разложения опада также невелика. В экологическом ряду по увлажнению скорость разложения растительных остатков также различна. Медленнее всего разлагается растительный опад в сосняке сфагновом, несколько быстрее в сосняке кустарничково-долгомошном, а максимальная скорость разложения наблюдается в сосняке черничном.

Глава 4. МОРФОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОРГАНОПРОФИЛЯ ЛЕСНЫХ ПОЧВ

Как правило микроморфологические описания органического вещества лесных почв выполнялись совместно с общим описанием почвы (Руднева и др., 1966; Ярилова, Рубилина, 1975; Русанова, 1981, 1987). Детальные исследования органических компонентов на иерархической основе проводились реже (Гришина, 1981, 1986; Шоба, 1988).

В изучаемых почвах были типизированы органосодержащие горизонты. На основе их было выделено 3 подтипа органопротилей: мало-гумусные, типичные грубогумусные и торфянистые грубогумусные (по классификации О.Г.Чертова, 1981). Все они относятся к одному типу — грубогумусному.

Мощность органогенного горизонта в исследованных почвах варьирует от 2 до 9 (15) см. Подстилка имеет четкую стратификацию по степени разложения растительных остатков (стратотипы L, F и H) (рис. 5). В почвах верхней части катены стратотип H часто отсутствует. При движении вниз по склону мощность подгоризонтов возрастает. Обращает на себя внимание относительно слабая разложимость растительных остатков подстилки.

Для всех выделенных органопротилей характерна потечность (иллювирирование) гумуса в нижние горизонты. Минеральные зерна иллювиальных горизонтов покрыты чехлом колломорфного материала.

Практически все покровы разбиты трещинами дегидратации. Коллоидное вещество часто образует глобулярные сгустки, что связано с их преимущественно железистым составом. В горизонте В₂ пленки имеют локальный характер, становятся прерывистыми. Возрастает доля глинистых и пылеватых частиц, многие из них не покрыты коллоидным материалом.

Количество органического вещества в иллювиальном горизонте заметно возрастает в почвах при движении вниз по катене. Преобладают гумусово-железистая плазма и тонкодисперсный гумус, они заполняют пространство между зернами минералов. Доминирует диффузная форма гумуса, но встречаются и отдельные сгустки бурого цвета. Характер распределения гумуса - натечный.

Микроморфологические исследования также позволили установить, что микростроение подзолистого горизонта почв катены сходное. На поверхности минеральных зерен, отмытых от Fe₂O₃ и ила, присутствуют локальные органогенные сгустки, пылеватые частицы первичных минералов. Вокруг них наблюдаются фрагменты грибных гиф. Почти на каждом зерне находятся фрагменты биогенных образований. Кварцевые зерна имеют многочисленные углубления, каверны, частично эти изменения унаследованы, а некоторые появились в результате кислотно-биохимического растворения. Зерна полевых шпатов также интенсивно корродированы.

В то же время подзолистые горизонты почв катены имеют некоторые особенности. В подзоле иллювиально-железистом песчаные зерна в этом горизонте хорошо окатаны и практически лишены красящих пленок. Лишь в отдельных зернах полевых шпатов по трещинам спайности, в углублениях встречаются локальные бурые (железистые) покровы. В подзоле иллювиально-гумусовом в верхней части подзолистого горизонта довольно много компонентов органического вещества, таких как экскременты почвенной мезофауны, остатки корней, комочки аморфного гумуса, отдельные гифы грибов. Они занимают пространство между минеральными зернами и постепенно исчезают с глубиной. На протяжении всего горизонта зерна покрыты тонкой пленкой светло-бурого тонкодисперсного гумуса.

В морфологическом строении почв катены прослеживается сходство АО (АТ) - А₂ - В_{hr} (В_f, ВС) - С. Мощность и характер лесной подстилки, подзолистого и иллювиального горизонтов хорошо коррелируют с уровнем грунтовых вод и типом растительности.

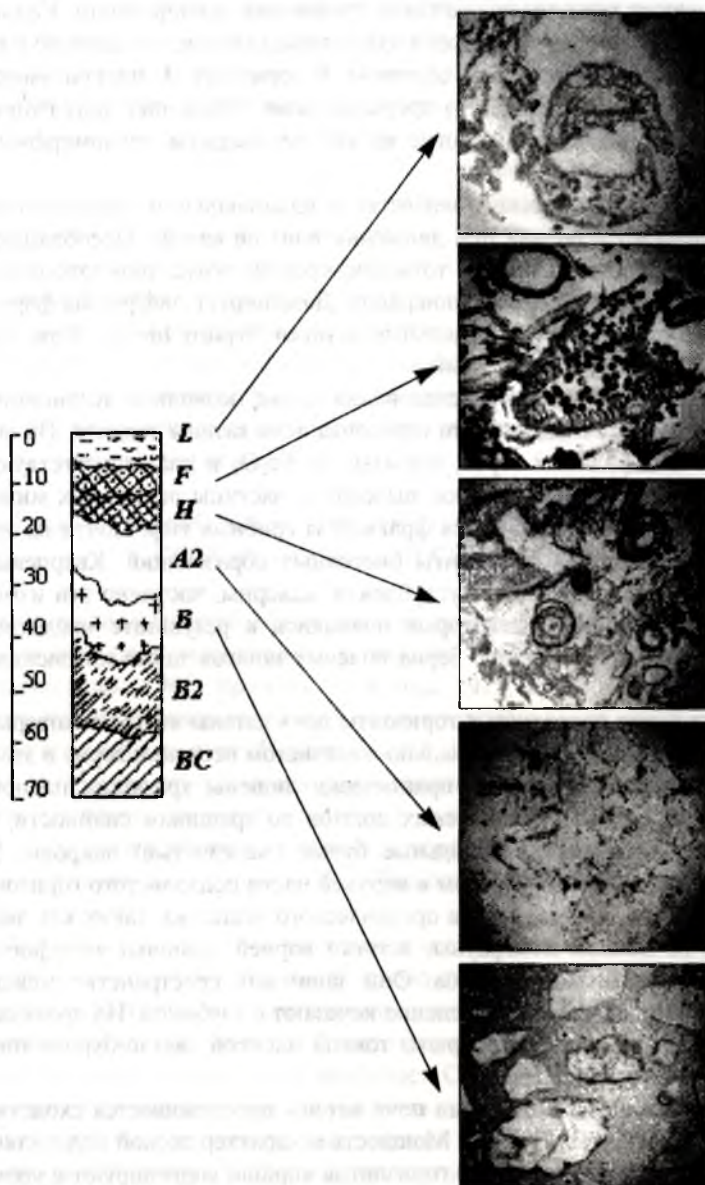


Рис.5. Морфологическое строение профиля и фрагменты микростроения горизонтов подзола иллювиально-гумусового

С увеличением увлажнения в наибольшей степени изменяются строение и мощность органогенного подгоризонта Н. На вершине катены он практически отсутствует, ниже по склону слабо выражен и состоит в основном из сильноразложившихся остатков, образующих рыхлые агрегаты. В нижней части катены подгоризонт Н - мощный, отчетливо выражен, состоит из разложившихся, но менее измельченных остатков. Характерным признаком оторфовывания является извитость растительных остатков, а также локализация в комочки содержимого клеток растительных остатков.

В подстилках, а также в верхней части подзолистого горизонта автоморфных почв отмечается обилие экскрементов клещей и обрывков тонких грибных гиф. В полугидроморфных почвах появляются копролиты дождевых червей.

Для колломорфного гумуса выделенных органопрофилей характерна гелеобразность, связанная с малой зрелостью («конденсированностью») гумуса.

В плазме органогенных и органо-минеральных горизонтов отмечается значительное количество частиц аморфного тонкодисперсного гумуса. «Аморфизация» гумуса на тонкодисперсной стадии связана, по-видимому, с зимним промерзанием почв.

Почвы северотаежной подзоны имеют сходное строение органопрофиля. Однако, в связи с замедленной минерализацией растительного опада подстилка имеет большую мощность. Кроме того, в северной тайге сильнее развито иллювиальное накопление гумуса.

В характере органопрофиля исследованных почв отчетливо проявляется влияние биоклиматического фактора.

Глава 5. СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ

Повышенная влажность, низкие температуры, кислая реакция почв, поступление опада, богатого воскомолами, способствуют образованию фульватного гумуса и своеобразному распределению его по профилю. Для исследованных почв характерно основное накопление (до 80%) органического вещества в виде лесной подстилки. С увеличением увлажнения почв и, соответственно, усилением иллювиально-гумусового процесса, содержание органического вещества в почвах возрастает как за счет большей мощности подстилки, так и за счет накопления гумуса в иллювиальном горизонте. В почвах, где влажность минимальна (на по-

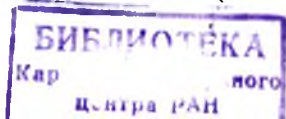


Таблица 2

Состав органического вещества в почвах среднетаежной подзоны

Гори- зонт	Глубина, см	Содержание углерода									Сгк Сфк	Негидролиз. остаток
		Фракции ГК, % от С				Фракции ФК, % от С						
		1	2	3	Сумма	1а	1	2	3	Сумма		
Подзол иллювиально-железистый												
A0	0-4	21,9	1,9	2,5	26,3	10,9	9,3	1,2	2,6	24,3	1,1	49,4
Bf1	9-28	8,8	0	1,5	10,3	37,9	22,6	1,0	1,5	63,0	0,2	26,7
Bf2	28-59	8,3	1,0	1,2	10,5	35,4	24,7	0,8	0,7	61,6	0,2	27,9
Торфянистый подзол иллювиально-гумусовый												
A0'	0-6	25,3	2,1	3,4	30,8	5,3	1,8	0,8	8,1	16,0	1,9	53,2
A0''	6-12	30,8	1,6	3,9	36,3	7,9	0,9	4,8	9,5	23,1	1,6	40,6
A2	24-40	25,3	0,9	0	26,2	14,8	13,2	3,5	4,5	36,0	0,7	37,8
Bhf	45-57	23,6	0,3	0	23,9	24,7	22,0	0	2,7	49,4	0,5	26,7
Bf	57-64	11,9	0	0	11,9	32,4	18,6	0	1,1	52,1	0,2	36,0
B3	64-85	9,8	0	0	9,8	27,6	22,4	0	0,8	50,8	0,2	39,4

вышенных участках), отмечается лишь тенденция элювиально-иллювиального распределения гумуса. Для почв, занимающих подчиненные позиции, характерно более яркое проявление этого процесса.

Связь группового и фракционного состава гумуса с микроморфологией органического вещества исследованных органофильей неоднозначна. Достаточно высокое соотношение Сгк:Сфк (более 1) в горизонтах, где отмечается большое количество гелеобразного колломорфного гумуса, по-видимому связано со значительным содержанием протогумусовых соединений (Орлов, 1975, 1990; Гришина, 1986).

Для органического вещества данных почв характерно малое количество гуминовых и фульвокислот, связанных с кальцием и незначительное содержание или полное отсутствие кислот, прочно связанных с полуторными окислами (табл.2). Таким образом, ГК и ФК представлены в основном подвижными формами, связанными с полуторными окислами или находящимися в свободном состоянии. Это подтверждается и содержанием подвижных полуторных окислов, распределение которых по профилю почвы совпадает с профильной кривой органического вещества.

Высвобождающиеся при минерализации растительного опада продукты имеют кислую природу (вследствии низкой зольности опада хвойных лесов). Они создают кислую реакцию, которая неблагоприятна для процессов конденсации продуктов полураспада (Гришина, 1986).

Лесные подстилки исследуемых сосняков отличаются невысоким содержанием зольных элементов. Зольный состав их колеблется от 5 до 38%, при этом чем больше мощность подстилки, тем ниже ее зольность. Это связано с тем, что при небольшой мощности подстилки растительные остатки более интенсивно перемешиваются с минеральной частью почв, как в результате жизнедеятельности почвенной фауны, так и вследствие минерализации органического материала. При этом, в среднетаежной подзоне подстилки содержат больше зольных элементов, чем в северной тайге. Из зольных элементов преобладают кремний, кальций, алюминий и железо (рис. 6).

Зольный состав подстилок неоднороден в различных слоях. По мере увеличения минерализации растительного материала уменьшается содержание основных элементов-органогенов - Ca, K, P, Mg, S, Mn и резко возрастает количество Al, Fe и Si.

Растительный опад сосняков содержит много веществ типа воско-мол, тормозящих разложение растительных остатков. Для всех исследуемых лесных подстилок характерно их высокое содержание (6-20%),

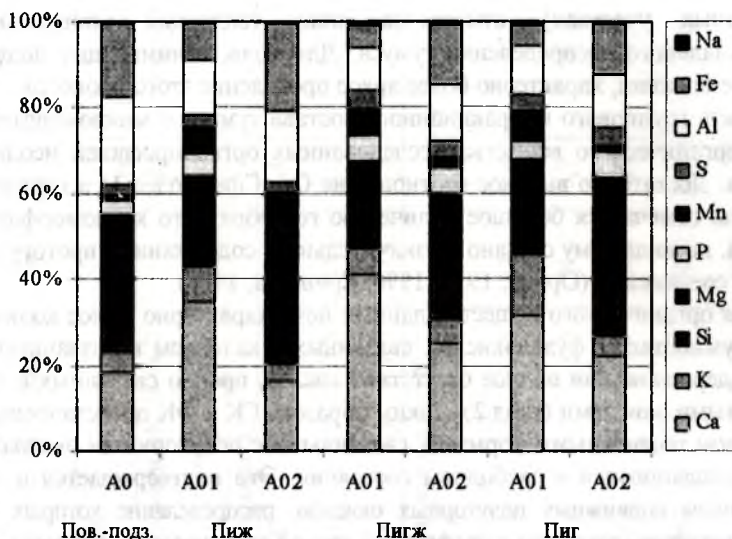


Рис. 6. Зольный состав лесных подстилок среднетаежной подзоны, %

особенно много их в опаде сосняка вересково-лишайникового. В процессе гумификации и минерализации растительного опада происходит накопление веществ типа битумов (негидролизуемый остаток), которых содержится в подстилках тем больше, чем хуже условия для минерализации.

От содержания углеводов зависит интенсивность биохимических процессов в почве, они являются источниками питания микроорганизмов, высших растений. В исследованных почвах водорастворимые соединения (моно- и дисахара) составляют незначительную часть углеводов, содержание их уменьшается от сухих местообитаний к более влажным (от 1,0 до 0,5%) (рис. 7). Это наиболее подвижная часть углеводов и уменьшение их содержания может быть связано как с миграцией вниз по профилю, так и с потреблением микроорганизмами.

Более половины углеводов приходится на целлюлозу. Содержание ее увеличивается с увлажненностью почвы.

Различные по степени минерализации слои подстилок отличаются по содержанию углеводов. В более минерализованных слоях уменьшается накопление моно- и дисахаров, что связано с активным потреблением их микроорганизмами и почвенными животными как энергетического материала.

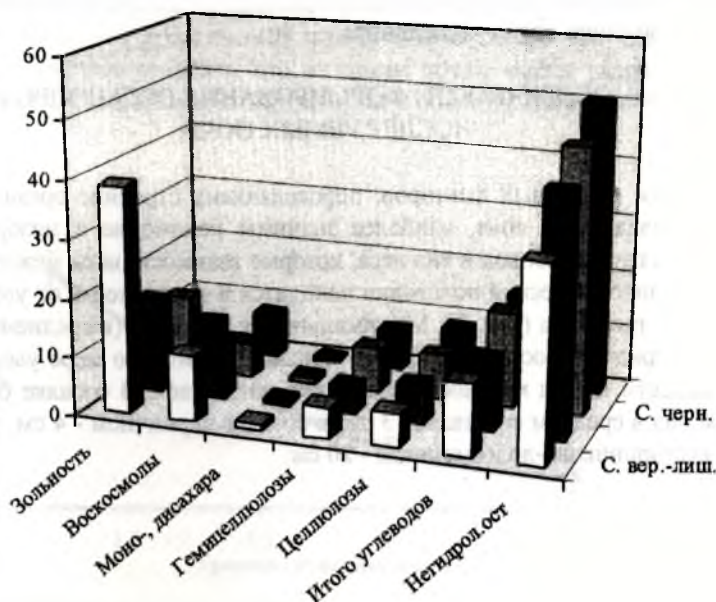


Рис. 7. Биохимический состав лесных подстилок среднетаежной подзоны, %

В нижних слоях сосняка черничного отмечается больше водорастворимых углеводов, что свидетельствует о более интенсивном обмене веществ в данных условиях.

В почвах автоморфного ряда содержание целлюлозы в нижних слоях понижается, то есть уменьшается количество слабоизмененного растительного материала. В почвах гидроморфного ряда такой закономерности не отмечается. Количество целлюлозы в различных слоях подстилки слабо зависит от степени ее минерализации.

Содержание лигнина в более гумифицированных слоях выше, т.е. в процессе трансформации растительного материала накапливаются устойчивые к разложению формы органического вещества.

Оптимальные условия для гумификации и минерализации растительного опада создаются в сосняке черничном, в подстилке которого

концентрируется повышенное количество растворимых углеводов. По мере увеличения или уменьшения увлажненности почв условия для трансформации опада ухудшаются.

Глава 6. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОРГАНОПРОФИЛЯ ИССЛЕДУЕМЫХ ПОЧВ

Среди различных факторов, определяющих строение органопрофилей исследуемых почв, наиболее значимы положение в мезорельефе, уровень грунтовых вод и тип леса, которые взаимосвязаны между собой. Так, мощность лесной подстилки находится в зависимости от увлажненности и типа леса (рис. 8). Минимальная ее толщина (в среднем 1,5 см) характерна для сосняка вересково-лишайникового. По мере увеличения влажности почвы мощность подстилки возрастает. В сосняке брусничном она в среднем составляет 3 см, в сосняке черничном - 4 см, в сосняке кустарничково-долгомошном - 20 см.



Рис. 8. Зависимость мощности лесной подстилки от уровня грунтовых вод

Перечисленные факторы оказывают влияние и на содержание органического вещества в иллювиальных горизонтах. С ростом увлажненности, увеличением мощности подстилки усиливается и иллювиально-гумусовый процесс (рис. 9). Соответственно, при движении вниз по склону возрастает содержание органического вещества в иллювиальных

горизонтах, мигрирующего вниз по профилю почвы в комплексе с полуторными окислами и в виде простых органических кислот.

Сопоставляя морфологическое строение почв северо- и среднетаежной подзон, можно заметить, что на севере почвы имеют укороченный профиль, резко выраженный горизонт A2 и более мощную лесную подстилку.

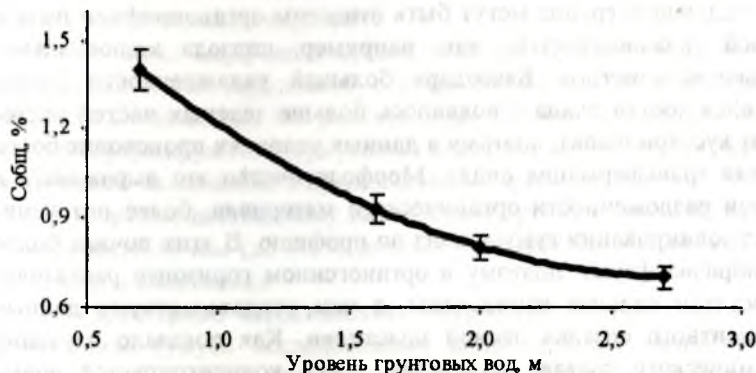


Рис. 9. Зависимость содержания органического вещества в иллювиальном горизонте от уровня грунтовых вод

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все исследованные органопродулы относятся к грубогумусному типу, однако в их строении и свойствах имеются значительные различия.

Исследования морфологического строения, а также состава органического вещества показали, что органопродулы исследованных почв могут быть разделены на три подтипа: мало-гумусные, типичные грубогумусные и торфянистые грубогумусные.

К первым относятся органопродулы поверхностно-подзолистого почв и подзола иллювиально-железистого. Для них свойственны мало-мощный органо-генный горизонт и слабое проявление процесса иллювиирования гумуса. Распределение органического вещества по профилю носит слабо выраженный элювиально-иллювиальный характер. В этих почвах отмечаются низкие запасы органического вещества. Вследствие своеобразного состава опада, основную долю которого составляет древесной, а также малой численности почвенной фауны минерализация

опада здесь происходит очень медленно. Это подтверждается и биохимическим составом лесных подстилок. Здесь отмечается особенно много воскоsmов и веществ типа битумов (негидролизующего остатка), мала доля водорастворимых углеводов. Этим обусловлен и компонентный состав органогенного горизонта, исследование которого показало малое количество измельченных растительных остатков. В результате данные почвенные условия определяют произрастание на таких почвах насаждений III-IV классов бонитета.

К следующей группе могут быть отнесены органопрфили почв с большей увлажненностью, как, например, подзола иллювиально-гумусово-железистого. Благодаря большей увлажненности почвы изменился состав опада - появилось больше зеленых частей растений (от кустарничков), поэтому в данных условиях происходит более глубокая трансформация опада. Морфологически это выражается в большей разложениости органического материала, более интенсивном иллювиировании гумуса вниз по профилю. В этих почвах более разнообразна фауна, поэтому в органогенном горизонте растительные остатки сильнее измельчены, о чем свидетельствуют данные компонентного состава лесной подстилки. Как показало изучение биохимического состава подстилки, здесь концентрируется повышенное количество растворимых углеводов. Данные морфологических и аналитических исследований показали, что здесь складываются оптимальные условия для минерализации и гумификации растительных остатков. Об этом также свидетельствует наиболее высокая производительность древостоя в пределах катены (II класс бонитета).

К третьей группе относятся органопрфили болотно-подзолистых почв. Несмотря на достаточно разнообразную почвенную фауну, разложение растительных остатков в данных условиях опять замедляется. Значительную долю опада составляют долгомошные и сфагновые мхи. Данные биохимического анализа показали, что здесь снижается доля водорастворимых углеводов, увеличивается доля целлюлозы, отмечаются высокие значения негидролизующего остатка. Производительность древостоев в этих условиях также снижается (IV класс бонитета).

В целом можно отметить, что данные морфологического строения и состава лесных подстилок, а также органического вещества в почве в целом хорошо коррелируют друг с другом.

ВЫВОДЫ

1. Изучение органофилий подзолистых и болотно-подзолистых почв северо- и среднетаежной подзон на легких почвообразующих породах показало, что все исследованные органофилии относятся к грубогумусному типу. Различия их заключаются в степени трансформации растительного опада и степени выноса и накопления гумуса в иллювиальном горизонте.

2. Изучение морфологического (микроморфологического) строения органогенных горизонтов, состава органического вещества, слагающего их показало, что растительные остатки достаточно медленно трансформируются в гумусовые вещества вследствие низкой биологической активности с преобладанием грибных ценозов. Это приводит к преимущественному накоплению органического вещества на поверхности почвы (до 80 % запасов органического вещества сосредоточено в подстилке).

3. Характерной особенностью микростроения горизонтов иллювирования гумуса исследованных почв является «классический» колломорфный облик органогенных пленок с обильными трещинами дегидратации. Для колломорфного гумуса выделенных органофилий характерна гелеобразность, связанная с малой зрелостью («конденсированностью») гумуса.

4. Для формирования органофилий данных почв биоклиматический фактор является ведущим. В пределах экологического ряда факторами, определяющими строение органофилии, являются положение в мезорельефе, уровень грунтовых вод и тип леса.

5. Запасы органического вещества исследованных почв - низкие. При этом в северотаежной подзоне существенно ниже, чем в среднетаежной. Запасы органического вещества увеличиваются от автоморфных позиций к гидроморфным в 2-3 раза.

6. Органофилии исследованных почв могут быть разделены на три подтипа: малогумусные, типичные грубогумусные и торфянистые грубогумусные. В средней части экологического ряда при оптимальном увлажнении происходит наиболее быстрая минерализация и гумификация растительного материала. По мере увеличения или уменьшения увлажненности почв условия для трансформации опада ухудшаются.

Результаты исследований были отражены
в следующих печатных работах:

1. Экологический мониторинг (в соавторстве). Государственные доклады по состоянию и охране окружающей среды в Республике Карелия, 1997.
2. Experience of organising complex monitoring in boreal ecosystems of Karelia (в соавторстве). Тр.конференции «The basic trends and prospects of scientific co-operation between Norway and Karelia».
3. Использование методов биологической диагностики для мониторинга состояния почв (в соавторстве) //Материалы междунар. научно-прак. конф. «Состояние и мониторинг лесов на рубеже XXI века». Минск, 7-9 апреля 1998 г.
4. Микроморфологические особенности органопрофилей лесных почв Карелии. Тр. конф. «Биоиндикация-98», Петрозаводск.
5. Органопрофиль как показатель генезиса почв //Докл. молодежной конф. "Докучаевские чтения-98", С.-Петербург.
6. Органопрофиль почв - показатель их генезиса и плодородия. Тр. междунар. конф. «Экология таежных лесов». Сыктывкар, 14-18 сентября 1998, с. 107-108.
7. Effects of the Deposition to Soil and Soil Water in the Surrounding of the Kostamuksha Mining Complex (в соавторстве) (в печати).
8. Гумусовое состояние лесных почв Карелии (в печати).
9. Микроморфологическое строение органопрофилей лесных почв Карелии (в печати).